Nicolae Sfetcu

La distinction entre falsification et rejet dans le problème de la démarcation de Karl Popper

Collection ESSAIS

MultiMedia Publishing

La distinction entre falsification et rejet dans le problème de la démarcation

de Karl Popper

Nicolae Sfetcu

11.01.2020

Sfetcu, Nicolae, « La distinction entre falsification et rejet dans le problème de la démarcation de Karl Popper », SetThings (11 janvier 2020), MultiMedia Publishing (ed.), DOI: 10.13140/RG.2.2.19124.60805, ISBN: 978-606-033-325-8, URL = https://www.telework.ro/fr/e-books/la-distinction-entre-falsification-et-rejet-dans-le-probleme-de-la-demarcation-de-karl-popper/

Email: nicolae@sfetcu.com

Une traduction de :
Sfetcu, Nicolae, « Distincția dintre falsificare și respingere în problema demarcației la Karl Popper », SetThings (3 iunie 2018), MultiMedia Publishing (ed.), DOI: 10.13140/RG.2.2.10444.72329, ISBN 978-606-033-139-1, URL = https://www.telework.ro/ro/e-books/distinctia-dintre-falsificare-si-respingere-in-problema-demarcatiei-la-karl-popper/

Abstract

Dans cet article, je soutiens que, malgré les critiques de la théorie de Karl Popper sur la falsifiabilité pour la démarcation entre la science et la non-science, principalement la pseudo-science, ce critère est toujours très utile et parfaitement valide après avoir été perfectionné par Popper et ses disciples. De plus, même dans sa version originale, qualifiée de « dogmatique » par Lakatos, Popper n'a pas affirmé que cette méthode constituait un critère absolu de démarcation : un seul contre-exemple ne suffit pas à falsifier une théorie ; une théorie peut légitimement être sauvée de la falsification en introduisant une hypothèse auxiliaire. Comparé à la théorie des révolutions de Kuhn, de qui lui-même s'est dissocié pour la transformer en une théorie des « micro-révolutions », j'estime que la méthode de démarcation de Popper, ainsi que le développement ultérieur proposé par lui, incluant la corroboration et la vraisemblance, même imparfait, n'est pas seulement valable aujourd'hui, mais c'est la meilleure méthodologie de démarcation. Pour l'argumentation, j'ai utilisé les principaux ouvrages de Popper traitant cette question, ainsi que ses principaux critiques et partisans. Après une brève présentation de Karl Popper et une introduction au problème de la démarcation et à la méthodologie de la falsification, je passe en revue les principales critiques et les arguments de ses partisans, soulignant l'idée que Popper n'a jamais mis le signe de l'égalité entre falsification et rejet. Enfin, je présente mes propres conclusions sur cette question.

Mots-clés : Karl Popper, falsifiabilité, falsification, problème de la démarcation, pseudo-science

Introduction

Pour cette discussion, j'ai fait appel à *Popper Selections*, édité par David Miller, (Miller 1985) les livres de Karl Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, (Karl Raimund Popper 2002b) *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*, (Karl Raimund Popper 2002a) et *Die Zukunft ist offen* (*The Future is Open*) (with Konrad Lorenz), (K. Popper and Lorentz 1985) et aux travaux de Sven Ove Hansson, « *Science and Pseudo-Science* », (Hansson 2017) Stephen Thornton, « *Karl Popper* », (Thornton 2017) Paul Newall, « *Falsificationism* », (Newall 2005) Imre Lakatos, « *Falsification and Methodology of Scientific Research Programs* », (Imre Lakatos 1970) Brendan Shea, "*Karl Popper: Philosophy of Science Brendan Shea*", (Shea 2017) David Miller, "*Some Hard Questions for Critical Rationalism*", (Miller 2009b) Alan Musgrave și Charles Pigden, « *Imre Lakatos* », (Musgrave and Pigden 2016) Suddhachit Mitra, "*What Constitutes Science: Falsifiability as a Criterion of Demarcation*", (Mitra 2016) Carl G. Hempel, "*Empirical Statements and Falsifiability*", (Hempel 1958) Milos Taliga, "*Against Watkins: From a Popperian point of view*", (Taliga 2004) D. C. Stove, "*Popper on Scientific Statements*", (Stove 1978) A. A. Derksen, "*The Alleged Unity of Popper's Philosophy of Science: Falsifiability as Fake Cement*", (Derksen 1985) Lansana Keita, "*Are Universal Statements Falsifiable? A Critique of Popper's Falsifiability Criterion*", (Keita 1989) et Stephen Toulmin, "*Conceptual Revolutions in Science*" (Toulmin 1967)

Après une brève présentation de Popper, pertinente dans le contexte de la discussion, je présente les principaux points de vue du problème de la démarcation dans le chapitre portant le même titre. Dans *Pseudo-science*, je délimite plus clairement cette notion de la non-science et, dans le chapitre *Falsifiabilité*, je résume la méthodologie proposée par Popper. Le chapitre suivant, *Falsification et rejet*, est celui dans lequel je plaide en faveur de la distinction claire, également notée par Popper, des deux notions. Dans *Expansion de la falsifiabilité*, je présente l'évolution de

ce concept, avec les améliorations proposées par Popper et d'autres chercheurs. Dans les deux chapitres suivants, *Critiques de la falsifiabilité* et *Supports de la falsifiabilité*, je souligne les pour et les contre des chercheurs par rapport à la méthodologie de la falsifiabilité. Après un bref chapitre sur les *Tendances actuelles* concernant le problème de la démarcation de la science, je présente mes points de vue dans *Conclusions*.

Karl Popper, en tant que rationaliste critique, a été un opposant à toutes les formes de scepticisme, de conventionnalisme et de relativisme scientifique. En 1935, il a écrit *Logik der Forschung. Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft*, (Karl Raimund Popper 2002b) traduisant plus tard le livre en anglais et le publiant sous le titre T*he Logic of Scientific Discovery* (1959), considéré comme un travail de pionnier dans son domaine. De nombreux arguments de ce livre sont dirigés contre les membres du « Cercle de Vienne », tels que Moritz Schlick, Otto Neurath, Rudolph Carnap, Hans Reichenbach, Carl Hempel et Herbert Feigl. Popper est d'accord avec eux sur les aspects généraux de la méthodologie scientifique et sur leur méfiance à l'égard de la méthodologie philosophique traditionnelle, mais ses solutions ont été sensiblement différentes. Popper a largement contribué aux débats sur la méthodologie scientifique générale, la démarcation de la pseudo-science, la nature des probabilités et la méthodologie des sciences sociales.

Popper a été profondément impressionné par les différences entre les théories supposées « scientifiques » de Freud et Adler et par la révolution déclenchée par la théorie de la relativité en physique d'Einstein au cours des deux premières décennies du XXe siècle. Bien que la théorie d'Einstein soit extrêmement « risquée » dans le sens qu'il était possible d'en déduire des conséquences qui, si elles s'avéraient fausses, auraient falsifié la théorie dans son ensemble, rien

ne pouvait en principe falsifier les théories psychanalytiques qui ne sont pas vraiment prédictif. (Thornton 2017)

Popper a été critiqué pour son approche normative de la science et pour l'accent mis sur la logique de la falsifiabilité. Sa théorie s'opposait à l'approche socio-historique de Thomas Kuhn développée dans « *The Structure of Scientific Revolutions* », (T. S. Kuhn 1996) qui, à l'appui, réintroduisait l'idée que le changement de science est essentiellement dialectique et dépend de l'établissement d'un consensus au sein des communautés de chercheurs.

1. Le problème de la démarcation

Il y a eu des tentatives de démarquer la science de la non-science depuis l'Antiquité : « Pour être scientifique », a déclaré Aristote, « il faut traiter les causes, il faut utiliser la démonstration logique et identifier les universaux qui sont « inhérentes » aux particuliers du sens. » (Laudan 1983)

La démarcation de la science par la pseudo-science a à la fois des raisons théoriques (le problème de la démarcation est une perspective éclairante qui contribue à la philosophie de la science de la même manière que l'analyse des erreurs contribue à l'étude de la logique informelle et du raisonnement rationnel) et des raisons pratiques (la démarcation est importante pour la prise de décision dans la vie privée et publique). (Mahner 2007)

Le positivisme logique, à travers la théorie de la vérifiabilité de la signification (vérificationnisme), a estimé que seules les affirmations des questions factuelles ou les relations logiques entre concepts sont significatives. (Grayling 2001) Mais « les propositions du vérificationniste avaient pour but de résoudre un problème de démarcation nettement différent, à savoir celui entre la science et la métaphysique ». (Hansson 2017)

Selon Popper, le problème central de la philosophie de la science est la démarcation, la distinction entre science et ce qu'il appelle « la non-science » (y compris la logique, la métaphysique, la psychanalyse, etc.).

> « Toute démarcation, dans mon sens, doit être rugueuse. (C'est l'une des grandes différences par rapport à tout critère de signification formel de tout « langage scientifique » artificiel.) Car la transition entre la métaphysique et la science n'est pas nette : ce qui était une idée métaphysique hier peut devenir une théorie scientifique testable demain, et cela se produit fréquemment. » (K. Popper 1985)

> « Il y aura des théories bien vérifiables, des théories difficilement vérifiables et des théories non vérifiables. Celles qui ne le sont pas ne présentent aucun intérêt pour les scientifiques empiriques. Elles peuvent être qualifiées de métaphysiques. Là encore, je dois souligner un point qui a souvent été mal compris. Je pourrais peut-être éviter ces malentendus en énonçant mon point ainsi: prenez un carré pour représenter la classe de toutes les déclarations d'une langue dans laquelle nous avons l'intention de formuler une science, tracez une large ligne horizontale et divisez-la en une moitié supérieure et une moitié inférieure; écrivez «science» et «testable» dans la moitié supérieure, et «métaphysique» et «non-testable» dans la partie inférieure: alors, j'espère que vous réaliserez que je ne propose pas de tracer la ligne de démarcation de telle sorte qu'elle coïncide avec les limites d'une langue, laissant la science à l'intérieur et interdisant la métaphysique en l'excluant du groupe des déclarations significatives. » (Karl Raimund Popper 2002a)

Un argument majeur de Popper est la critique de Hume de l'induction, (Hume 1738) arguant que l'induction ne devrait jamais être utilisée en science. Mais il n'est pas d'accord avec le scepticisme associé à Hume, ni avec le soutien de la pure « observation » de Bacon et Newton comme point de départ de la formation des théories, car il n'y a pas d'observations pures qui n'impliquent pas certaines théories. Popper affirme qu'il n'y a pas de méthodologie unique pour la science. Il est nécessaire de résoudre le problème de la démarcation de la science de métaphysique. Mais nous devons reconnaître que de nombreux systèmes métaphysiques ont conduit à des résultats scientifiques importants. Il rappelle le système de Démocrite ; et celle de Schopenhauer qui ressemble beaucoup à celle de Freud. Et certains, par exemple, ceux de Platon ou Malebranche ou Schopenhauer sont de merveilleuses constructions de pensée. Mais en même temps, nous devrions nous opposer à ces systèmes métaphysiques qui ont tendance à séduire et à émerveiller.

Mais évidemment, nous devrions faire la même chose avec les systèmes non métaphysiques ou antimétaphysiques s'il affiche cette tendance dangereuse. Et Popper pense que nous ne pouvons pas le faire en un seul geste. Nous devons plutôt faire l'effort d'analyser les systèmes en détail ; nous devons montrer que nous comprenons ce que l'auteur veut dire, mais ce qu'il dit ne mérite pas l'effort de comprendre. (K. Popper 1985)

Au lieu de cela, Popper propose la falsifiabilité comme méthode d'investigation scientifique. Pour lui, une théorie n'est scientifique que si elle est falsifiable par un événement conscient. La théorie de démarcation de Popper est basée sur sa perception de l'asymétrie logique qu'il a entre vérification et falsification : il est logiquement impossible de vérifier définitivement une proposition universelle par référence à l'expérience (comme le dit Hume), mais un seul contre-exemple réfute la loi universelle. En un mot, une exception, loin de « prouver » une exception à la règle, la rejette définitivement. (Thornton 2017)

Popper dit que ce sont des gens qui ont des idées courageuses, bien que très critiques de leurs propres idées, ils essaient de savoir si leurs idées sont correctes, en essayant d'abord de savoir s'ils ont tort. Ils opèrent avec des conjectures courageuses et des tentatives sévères pour rejeter leurs propres conjectures. Le critère de démarcation entre science et non-science qu'il propose est une simple analyse logique de cette image. Si c'est bon ou mauvais, cela sera démontré par sa fertilité. Les idées courageuses sont des hypothèses ou des conjectures nouvelles et audacieuses. Et les tentatives de rejet sévères sont des discussions critiques et des tests empiriques sévères. Mais quand est-ce une conjecture audacieuse dans le sens proposé ici, et quand non ? Il est audacieux si et seulement si cela suppose un grand risque d'être faux - si les choses étaient différentes et si, à ce moment-là, elles semblent différentes. (K. Popper and Lorentz 1985)

Une vraie théorie scientifique est restrictive et peut donc être testée et falsifiée, mais jamais vérifiée logiquement. Ainsi, si une théorie a résisté au test, cela ne signifie pas qu'elle a été vérifiée, elle n'a qu'un degré de corroboration plus élevé, et peut être remplacée à tout moment par une meilleure théorie.

Popper utilise la falsifiabilité comme critère de démarcation pour évaluer les théories. Le critère de Popper n'exclut pas du domaine de la science les déclarations qui ne peuvent pas être falsifiées, mais uniquement les théories qui ne contiennent aucune déclaration falsifiable. Cependant, on ne sait pas ce qui constitue une « théorie entière » et ce qui fait qu'une déclaration être « significative ».

Le vérificationnisme[1] a été une caractéristique essentielle du positivisme logique du soi-disant Cercle de Vienne. Popper a remarqué que les philosophes du Cercle de Vienne mêlaient deux questions différentes, la signification et la démarcation, et a proposé de vérifier une solution unique pour les deux. Popper a déclaré qu'il existe des théories non scientifiques importantes et qu'un critère de signification ne coïncide donc pas avec un critère de délimitation, proposant de remplacer la vérifiabilité par la falsifiabilité en tant que critère de délimitation. D'autre part, il s'est strictement opposé à l'opinion selon laquelle les déclarations non falsifiables sont dénuées de sens ou fausses. (Karl Raimund Popper 2002b)

Popper affirme que la seule technique logique qui fait partie intégrante de la méthode scientifique est celle du test déductif, les conclusions étant déduites d'une hypothèse puis comparées les unes aux autres et à d'autres affirmations pertinentes afin de déterminer si elles faussent ou corroborent l'hypothèse. De telles conclusions ne sont pas directement comparées aux

[1] Selon le vérificationniste, une déclaration doit en principe être vérifiée empiriquement pour être à la fois significative et scientifique.

faits, simplement parce qu'il n'y a pas de faits « purs » disponibles ; toutes les observations-déclarations sont chargées de théorie et dépendent autant de facteurs purement subjectifs (intérêts, attentes, désirs, etc.) que de ce qui est réellement objectif. (Thornton 2017)

Popper spécifie quatre étapes pour la procédure déductive[2] :

> « J'ai proposé (bien que des années se soient écoulées avant que je publie cette proposition) que la réfutabilité ou la falsifiabilité d'un système théorique soit considérée comme le critère de sa démarcation. Selon ce point de vue, que je défends toujours, un système doit être considéré comme scientifique seulement s'il fait des assertions qui peuvent entrer en conflit avec des observations ; et qu'un système est en fait mis à l'épreuve par des tentatives visant à produire de tels affrontements, c'est-à-dire par des tentatives de réfutation. Ainsi, la testabilité est la même chose que la réfutabilité et peut pris comme critère de démarcation. Il existe en outre (comme je l'ai déjà constaté) des degrés de testabilité : certaines théories s'exposent à des réfutations plus hardies que d'autres. » (Karl Raimund Popper 2002a)

Popper pense que la philosophie de Hume démontre qu'il existe une contradiction implicite dans l'empirisme traditionnel, selon lequel toute la connaissance provient de l'expérience et que les phrases universelles (y compris les lois scientifiques) sont vérifiables par référence à l'expérience. La contradiction découle de la tentative de montrer que, malgré l'ouverture de l'expérience, les lois scientifiques peuvent être interprétées comme des généralisations empiriques, qui confirment finalement une expérience « positive ». Popper élimine la contradiction en rejetant le premier de ces principes et en éliminant l'imposition d'une vérification empirique à la falsifiabilité dans le deuxième principe. Il affirme que les théories scientifiques ne sont pas inductivement déduites de l'expérience, pas plus que des expériences scientifiques ne sont menées pour vérifier ou établir leur vérité ; toute connaissance est provisoire, conjecturale, hypothétique - nous ne pouvons jamais prouver des théories de manière définitive, nous ne pouvons que les

[2] Les étapes de la procédure déductive, selon Popper: (1) Un test de cohérence interne permettant de détecter d'éventuelles contradictions; (2) Axiomatisation de la théorie pour distinguer les éléments empiriques et logiques; (3) comparer la nouvelle théorie à celle existante; (4) Tester la théorie en appliquant empiriquement les conclusions qui en découlent pour vérifier si la théorie est corroborée (mais non vérifiée). (Karl Raimund Popper 2002b)

confirmer (temporairement) ou les réfuter. C'est la raison pour laquelle nous devons choisir entre des théories expliquant l'ensemble des phénomènes étudiés, en éliminant uniquement les théories falsifiées et en choisissant rationnellement entre les théories non encore falsifiées, celle qui possède le plus haut pouvoir explicatif et prédictif. Popper souligne l'importance de l'esprit critique de la science - la pensée critique est l'essence même de la rationalité. (Thornton 2017)

Différentes propositions de démarcation ont été proposées : il s'agirait d'un programme de recherche, (I. Lakatos 1974) d'un domaine épistémique ou d'une discipline cognitive, représentant des objectifs communs de connaissance et de pratique, (Bunge 1982) (Mahner 2007) une théorie, (Karl Raimund Popper 2002a) une pratique, (Lugg 1992) (Morris 1987) un problème ou une investigation scientifique (Siitonen 1984) et une enquête spécifique. (T. Kuhn 1970) (Mayo 1996) La difficulté est de choisir la méthode de démarcation. Derksen met l'accent sur la rétrogradation de l'homme pseudo-scientifique (la personne qui promeut la pseudo-science), dans l'idée que la pseudo-science a des revendications scientifiques et que de telles revendications sont associées à une personne, pas à une théorie. (Derksen 1993)

2. Pseudoscience

La délimitation entre science et pseudoscience fait partie de la tâche plus générale qui consiste à déterminer quelles croyances sont épistémologiquement justifiées.

La science peut être décrite comme en partie descriptive, en partie normative. Une définition de la science peut se concentrer sur un contenu descriptif et spécifier la manière dont le terme est réellement utilisé, ou sur l'élément normatif et clarifier le sens plus fondamental du terme[3]. La plus ancienne utilisation de ce terme est considérée comme appartenant au physiologiste

[3] La pseudoscience est une méthodologie, une croyance ou une pratique que ses partisans considèrent comme scientifique ou qui semble être scientifique, mais qui n'adhère pas à une méthodologie scientifique

français François Magendie, (Magendie 1843) considéré comme l'un des pionniers de la physiologie expérimentale. Il existe une divergence entre les philosophes des sciences et certains membres de la communauté scientifique quant à la possibilité d'une distinction objective entre « pseudoscience » et « science ».

Le professeur Paul DeHart Hurd (Hurd 1998) estime qu'un grand nombre de scientifiques sont capables de faire la distinction entre la science et diverses pseudosciences telles que l'astrologie, (Sfetcu 2015, 257) le charlatanisme, l'occultisme (Sfetcu 2015, 229) ou la superstition. La pseudoscience est un sujet qui semble à première vue être scientifique, ou dont les partisans se prétendent scientifiques, mais qui contrevient aux conditions de test ou s'écarte des autres aspects fondamentaux des méthodes scientifiques.

Les normes de démarcation peuvent varier selon les domaines, mais un certain nombre de principes de base sont universellement acceptés. Tous les résultats expérimentaux doivent être reproductibles, la méthode scientifique peut être appliquée partout, les préjugés peuvent être contrôlés ou éliminés, les expériences sont correctes, les études sont objectives, etc. Les données doivent être documentées pour la reproduction et pour des études ultérieures. La quantification statistique de l'importance, la confiance et l'erreur sont également des outils importants pour la méthode scientifique. (Sfetcu 2015, 2)

Le conflit entre science et pseudoscience se situe d'une part dans la communauté des disciplines de la connaissance, qui comprend les sciences naturelles et sociales et les sciences humaines, et d'autre part dans une grande variété de mouvements et de doctrines telles que le

appropriée, dépourvue de preuves à l'appui, de caractère plausible ou d'un statut scientifique confirmé. (Sfetcu 2015, 1)

créationnisme (Sfetcu 2015, 112) astrologie, homéopathie et déni de l'Holocauste, en contradiction avec les résultats et méthodes généralement acceptés dans la communauté des connaissances.

Les non-sciences ne sont pas toutes des pseudosciences, comme la métaphysique ou la religion. Mahner (Mahner 2007, 548) a proposé le terme « para-science » pour des pratiques non scientifiques qui ne sont pas des pseudosciences.

« Anti-scientifique » est un concept plus étroit que « non-scientifique » car le premier terme implique une certaine forme de contradiction ou de conflit avec la science, et « pseudo-scientifique » est plus restreint que « anti-scientifique » car il implique une intentionnalité.

De nombreux auteurs supposent que pour être pseudoscientifique, une activité ou un enseignement doit répondre à deux critères : (Hansson 1996) (1) ne pas être scientifique, et (2) ses principaux partisans doivent tenter de donner l'impression qu'elle est scientifique.

Cependant, certains phénomènes répondent aux deux critères mais ne sont pas pseudoscientifiques, tels que la fraude scientifique. Certaines formes de pseudosciences ont pour objectif la lutte contre une théorie scientifique (*denialism scientifique*), telles que la négation de l'Holocauste, (Gleberzon 1984) ou la négation du changement climatique. En outre, la théorie du « design intelligent » (Sfetcu 2015, 103) soutient une interprétation fondamentaliste de la genèse niant l'évolution.

Grove a inclus parmi les doctrines pseudo-scientifiques ceux qui « ont l'intention de fournir des explications alternatives à celles de la science ou de prétendre expliquer ce que la science ne peut pas expliquer ». (Grove 1985, 219) Dans un sens plus large, on suppose que la pseudoscience inclut non seulement des *doctrines contraires à la science dite scientifique*, mais également des *doctrines contraires à la science en cour*, qu'elles soient ou non présentées au nom de la science. (Hansson 1996)

3. Falsifiabilité

Karl Popper a proposé la falsifiabilité comme critère important de distinction entre science et pseudoscience. Il soutient que *la vérification et la confirmation ne peuvent jouer aucun rôle dans la formulation d'un critère de délimitation satisfaisant*. Au lieu de cela, il propose que les théories scientifiques soient distinguées des théories non-scientifiques par des *affirmations vérifiables* que les observations futures pourraient se révéler fausses. Popper attire l'attention sur le fait que les théories scientifiques sont caractérisées par l'existence des *falsificateurs potentiels* - des déclarations qui pourraient se révéler fausses.

Popper est un réaliste qui soutient que les théories scientifiques suivent la vérité, mais il ne croit pas que des preuves empiriques puissent jamais nous donner des raisons de croire qu'une théorie est vraie ou peut être vraie. En ce sens, Popper est un falsificationnist, affirmant qu'il *est impossible de justifier la conviction selon laquelle une certaine théorie scientifique est vraie*. Là où d'autres voient les progrès de la science en confirmant la vérité de différentes revendications particulières, Popper décrit la science comme progressant sur un modèle évolutif, les observations en sélectionnant contre les théories inappropriées par leur falsification. (Shea 2017) Ainsi, le terme *falsifiabilité* est synonyme avec *testabilité*.

> « Ma proposition est basée sur une asymétrie entre vérifiabilité et falsification ; une asymétrie résultant de la forme logique des affirmations universelles. Puisqu'ils ne sont jamais dérivés d'énoncés simples, ils peuvent être contredits par des énoncés singuliers. »

- Karl Popper, *La logique de la découverte scientifique* (Karl Raimund Popper 2002b, 19)

Popper a souligné que les affirmations non falsifiables sont importantes en science. Contrairement à l'intuition, les assertions non falsifiables peuvent être intégrées dans - et générées de manière déductive par - les théories falsifiables. Popper a inventé la notion de programme de recherche métaphysique pour nommer de telles idées non falsifiables. Contrairement au positivisme, qui considérait que les déclarations n'avaient pas de sens si elles ne pouvaient pas être

vérifiées ou falsifiées, Popper a soutenu que la falsifiabilité n'est qu'un cas particulier de la notion plus générale de criticité, même s'il a admis que le rejet empirique était l'une des méthodes le plus efficace de critiquer les théories. La criticité, contrairement à la falsifiabilité et donc à la rationalité, peut être complète (sans frontières logiques), bien que cette déclaration soit controversée, même parmi les partisans de la philosophie et du rationalisme de Popper.

La falsification déductive originale (naïve, dogmatique ou naturaliste) des déclarations se fait selon le *modus tollens*, à travers une observation particulière. La logique de la falsification naïve est valable mais limitée, en raison d'éventuels « ajustements compensatoires ». Popper a reconnu ces limitations (Karl Raimund Popper 2002b) en réponse aux critiques de Pierre Duhem. W. V. Quine a appelé cet argument « *holisme de confirmation* ». Pour falsifier logiquement une universelle, on peut trouver une déclaration singulière réelle falsifiable, mais il est toujours possible de *changer* la déclaration universelle ou la déclaration existentielle de manière à ne pas se produire la falsification. Ainsi, la falsification naïve ne permet pas aux scientifiques de présenter une falsification définitive des énoncés universels.

Popper a nié avoir imaginé une telle théorie naïve de la falsification :

> « Ce que je voudrais contester, c'est que je n'ai jamais développé une théorie naïve de la falsifiabilité. Dès le début, j'ai souligné dans mon travail publié en 1933, et en particulier en 1934, qu'il était possible d'éviter toute réfutation, mais qu'il était très important d'essayer de construire la théorie de manière à pouvoir la réfuter... il ne faut jamais abandonner une théorie. On peut essayer - et je l'ai dit explicitement dans la *Logique de la recherche* - de sauvegarder la théorie au moyen d'hypothèses ou d'autres moyens. » (K. Popper and Lorentz 1985, 51)

Pour surmonter ces problèmes, Popper a imaginé que la science progresse en rejetant successivement les théories falsifiées et en conservant celles qui ont plus de pouvoir explicatif que les déclarations falsifiées.

La seconde forme de falsification envisagée a été *méthodologique*. Le falsificateur fait les mêmes hypothèses de base que dans la falsification dogmatique, mais on les appelle *tentatives*, un

ensemble de soi-disant tentatives de falsification des théories. La falsification méthodologique soutient les décisions *risquées*. Bien que le choix que nous prenons soit peut-être erroné, le falsificateur méthodologique y voit cela comme un choix pour *le moins pire des deux maux*. Paul Newall affirme qu'il est difficile de critiquer la *falsification méthodologique* pour la simple raison qu'elle *n'est pas falsifiable*. (Newall 2005)

Pour réduire le conventionnalisme de la falsification méthodologique, Popper a conçu une version *sophistiquée* de la falsification basée sur des conditions imposées, c'est-à-dire que la nouvelle théorie doit avoir un *contenu empirique en excès*, expliquer tout ce qui avait été expliqué auparavant, et certaines de ces nouvelles prédictions doivent être confirmées par l'expérience. Une théorie ne doit pas être rejetée comme fausse *jusqu'à ce qu'une meilleure soit développée*. Cela nous conduit à une notion de *croissance ou de développement des théories* au lieu de la falsification dogmatiques qui les accepte ou les rejette dans des cas isolés, et *aucune expérience ne peut être cruciale si elle n'est pas interprétée comme telle après l'événement à la lumière d'une nouvelle théorie pour laquelle elle propose la corroboration*. Enfin, l'idée de prolifération de théories (pluralisme) est importante pour la falsification sophistiquée, contrairement à la version dogmatique. (Newall 2005) Donc, *le conflit en science n'est pas entre théories et expériences, mais toujours entre théories rivales*.

« Bien que je ne revendique aucune sorte de certitude finale en science, donc je ne l'obtiens pas, le conventionnaliste cherche dans la science un « système de connaissances fondé sur des fondements permanents » pour utiliser une expression de Dingler » (K. Popper 1985, 152)

Lakatos affirme que la falsification sophistiquée diffère de la falsification naïve tant par les règles d'acceptation (ou « critère de délimitation ») que par ses règles de *falsification* ou de réfutation. Il n'y a pas de falsification avant l'apparition d'une meilleure théorie. Mais alors le caractère distinctif négatif de la falsification naïve disparaît ; la critique devient plus difficile et aussi positive, constructive. (Imre Lakatos 1970)

Le problème de la falsification sophistiquée est précisément la multitude de théories considérées. Dans le cas de deux théories incompatibles, il faut revenir aux aspects conventionnels de la falsification méthodologique ou aux hypothèses incontestables de la falsification dogmatique pour faire un choix. Faire appel à de nouveaux faits corroborés implique une délimitation claire entre les termes d'observation et théoriques, avec des décisions conventionnelles sur ce qui constitue une connaissance « de base ». Pour la falsification naïve, la science se développe à travers le rejet expérimental successif des théories ; la prolifération constante des théories est facultative et pas obligatoire. Pour une falsification sophistiquée, la prolifération de théories ne peut pas attendre que les théories acceptées soient « rejetées ». La falsification naïve insiste sur « l'urgence de remplacer une hypothèse falsifiée par une autre meilleure », mais la falsification sophistiquée souligne l'urgence de remplacer toutes les hypothèses avec la meilleure. (Imre Lakatos 1970)

Popper a dit que

> « Le système de déclaration de base, dans le sens où j'utilise le terme, inclut plutôt toutes les déclarations singulières auto-consistantes qui ont une certaine forme logique - toutes les déclarations singulières factuelles qui peuvent être conçues comme telles. Ainsi, le système de déclarations de base contiendra de nombreuses déclarations incompatibles. » (K. Popper and Lorentz 1985, 156)

> « Une théorie sera appelée « empirique » ou « falsifiable » si elle divise de manière ambiguë l'ensemble de toutes les déclarations de base possibles dans les deux sous-classes non vides suivantes. Tout d'abord, l'ensemble des énoncés de base avec lesquels il est incompatible (ou qu'il élimine ou interdit) : nous appelons cet ensemble, l'ensemble des falsificateurs potentielles de la théorie, et, ensuite, l'ensemble de ces énoncés élémentaires qu'ils ne contredisent pas (ou qu'ils « permettent »). Nous pouvons dire plus succinctement qu'une théorie est falsifiable si la multitude de ses falsificateurs potentiels n'est pas vide. » (K. Popper and Lorentz 1985, 157)

4 Falsification et réfutation

La falsification dogmatique fait référence à des déclarations scientifiques considérées individuellement, qui peuvent être falsifiées et, en fonction du résultat, des théories scientifiques

peuvent être considérées comme falsifiables et acceptées, rejetées ou maintenues par l'addition d'hypothèses *ad hoc*.

> « Il existe une méthode importante pour éviter ou éliminer les réfutations : c'est la méthode des hypothèses auxiliaires ou des hypothèses *ad hoc*. Si l'une de nos hypothèses ne fonctionne pas, nous devons changer la théorie. Mais il existe principalement deux types de changement, conservateur et révolutionnaire. Et dans les changements les plus conservateurs, il y en a deux autres : des hypothèses *ad hoc* et des hypothèses auxiliaires ... J'appelle une conjecture « *ad hoc* » si elle est introduite pour expliquer une certaine difficulté, mais qui ne peut pas être testée indépendamment. » (K. Popper 1985, 136)

> « Sans vouloir édicter un décret très sévère contre les hypothèses *ad hoc*, elles peuvent éventuellement devenir vérifiables, ce qui peut également se produire avec une hypothèse métaphysique. En général, cependant, notre critère de testabilité signale nos hypothèses *ad hoc*, ... Les hypothèses ad hoc, c'est-à-dire les hypothèses auxiliaires qui ne peuvent pas être vérifiées à ce moment-là, peuvent sauver la quasi-totalité des théories d'un réfutation spécifique. Cela ne signifie toutefois pas que nous pouvons utiliser une hypothèse *ad hoc* autant que nous le souhaitons. Cela peut devenir testable et un test négatif peut nous obliger à l'abandonner ou à introduire une nouvelle hypothèse secondaire *ad hoc*, et ainsi de suite *ad infinitum*. C'est en fait quelque chose que nous évitons presque toujours. (Je dis « proche », car les règles méthodologiques ne sont pas rigides). De plus, la possibilité de faire beaucoup de choses en utilisant des hypothèses *ad hoc* ne doit pas être exagérée, il y a beaucoup de réfutations qui ne peuvent pas être évités de cette façon, même si on peut toujours recourir à tactiques immunitaires et ignorer la réfutation. » (K. Popper 1985, 137)

Popper admet que, dans la pratique, un seul contre-exemple ne suffit pas pour falsifier une théorie ; c'est pourquoi les théories scientifiques sont conservées dans de nombreux cas, malgré les preuves anormales. (Mitra 2016)

> « Nous disons qu'une théorie est falsifiée seulement quand nous avons accepté des affirmations qui la contredisent ... si elle est contredite par de fausses déclarations élémentaires, nous ne considérerons pas encore qu'elle soit falsifiée pour cette raison. Nous le faisons seulement quand a été trouvé un effet reproductible qui fausse la théorie ; en d'autres termes, si a été formulée et corroborée une hypothèse empirique, d'un niveau de généralité inférieur, qui décrit un tel effet. » (Karl Raimund Popper 2002b)

Selon Popper, une théorie scientifique peut être légitimement sauvée de la falsification en introduisant une hypothèse auxiliaire permettant de générer de nouvelles prédictions falsifiables. De plus, s'il existe des soupçons de biais ou d'erreur, les chercheurs pourraient introduire une hypothèse auxiliaire falsifiable, qui permettrait de procéder à des tests. Mais cette technique ne

peut pas résoudre le problème en général, car toute hypothèse auxiliaire peut être contestée de la même manière, à l'infini. Pour résoudre cette régression, Popper a introduit l'idée d'un *énoncé de base*, un énoncé empirique qui peut être utilisé à la fois pour déterminer si une théorie donnée est falsifiable et, si nécessaire, pour corroborer les hypothèses de falsification. Les énoncés de base doivent être à la fois singuliers et existentiels (l'exigence formelle) et vérifiables par une observation intersubjective (l'exigence matérielle). Il souligne que les connaissances de base ne sont pas des connaissances aux fins d'établissement concluante ; ils peuvent être contestés à tout moment, surtout si l'on soupçonne que leur acceptation non critique peut être à l'origine des difficultés rencontrées par la suite. Pour éviter une régression, Popper fait référence au rôle joué par la convention et à ce qu'il appelle « la relativité des déclarations de base » :

> « Chaque test d'une théorie, qu'il en résulte une corroboration ou une falsification, doit s'arrêter à une déclaration fondamentale ou autre que nous décidons d'accepter. Si nous ne prenons pas de décision et si nous n'acceptons aucune déclaration de base, le test ne mènera nulle part ... Cette procédure n'a aucun objectif naturel. Ainsi, si le test doit nous mener n'importe où, il ne reste plus qu'à nous arrêter à un moment et à dire que, pour le moment, nous sommes satisfaits. » (Karl Raimund Popper 2002b)

Dans ce cas, Popper estime que le *consensus de la communauté* scientifique pertinente est nécessaire.

Popper rejette l'idée de choisir une théorie plus probable parmi deux théories tout aussi puissantes. Il pense que les théories avec un contenu informationnel élevé sont préférables pour avoir un pouvoir prédictif élevé et sont plus testables. Cependant, cela peut sembler paradoxal, Popper affirme que moins une théorie est probable, mieux elle est scientifique, parce qu'il est plus falsifiable.

Dans *Conjectures et Réfutations,* (Karl Raimund Popper 2002a) Popper a intégré les concepts de vérité et de contenu pour construire le concept métalogique de « similitude de la vérité

» ou « verisimilitude ». Il a expliqué ce concept en faisant référence aux conséquences logiques des théories, « le contenu de vérité » et « le contenu de fausseté ».[4]

Dans *La philosophie sociale et la philosophie des sciences*, (K. Popper 1985, 201) Popper propose une liste de « six types de cas dans lesquels nous devons être enclins à dire à propos d'une théorie t_1 qui est remplacée par t_2 en ce sens que t_2 semble - à notre connaissance - correspondent, d'une manière ou d'une autre, à des faits meilleurs que t_1. »[5] [2]

La verisimilitude a permis à Popper d'atténuer ce que beaucoup considéraient comme le pessimisme d'une philosophie de la science anti-inductiviste (Thornton 2017) qui affirmait que la plupart des théories scientifiques, sinon toutes, sont fausses. Ainsi, le progrès scientifique pourrait maintenant être présenté comme un progrès vers la vérité et la corroboration expérimentale pourrait être considérée comme un indicateur de la verisimilitude.

Bien que Popper rejette systématiquement l'idée que les théories scientifiques inacceptables et bien corroborées, avec un contenu informationnel élevé, puissent être considérées vraies ou susceptibles de l'être, son concept de verisimilitude repose sur l'idée que de telles théories sont plus proches de la vérité que les théories falsifiées qui les a remplacé :

> « L'idée de verisimilitude est primordiale dans les cas où nous savons que nous devons travailler avec des théories qui sont au mieux des approximations - ce qui signifie des théories que nous savons réellement qu'elles ne peuvent pas être vraies. » (K. Popper 1985, 204)

---

[4] Pour comparer les théories en termes de verisimilitude, Popper a proposé deux méthodes pour comparer les théories, des définitions qualitatives et quantitatives. « En admettant que le contenu de vérité et le contenu de fausseté de deux théories t_1 et t_2 soient comparables, on peut dire que t_2 ressemble plus à la vérité ou correspond mieux aux faits que t_1 si et seulement si 1) le contenu de la vérité de t_2 mais pas son contenu de fausseté dépasse le contenu de vérité de t_1, 2) le contenu de fausseté de t_1 mais pas son contenu de vérité dépasse le contenu de fausseté de t_2. » (K. Popper 1985, 204)

[5] 1) t_2 fait des assertions plus précises que t_1 et ces assertions plus précises résistent à des tests plus précis; 2) t_2 décrit et explique plus de faits que t_1; 3) t_2 décrit ou explique les faits plus en détail que t_1; 4) t_2 a réussi les tests où t_1 a échoué; 5) t_2 a suggéré de nouveaux tests expérimentaux, qui n'avaient pas été pris en compte avant la construction de t_2 (et qui n'étaient pas suggérés par t_1 'et ne sont probablement pas applicables à t_1' et t_2 a réussi ces tests; 6) t_2 a unifié ou connecté différents problèmes non liés jusque-là. (K. Popper 1985, 201)

Dans son réponse (K. Popper 1974, sec. 12.iii) à Lakatos (1974), Popper a insisté sur une distinction claire entre falsification et réfutation. *Le test empirique n'a pas seulement pour but de falsifier des hypothèses individuelles, mais également de discriminer des hypothèses concurrentes ; en particulier, pour falsifier le jugement implicite qu'ils sont tout aussi proches de la vérité*. Il a souligné à plusieurs reprises que les jugements de verisimilitude sont inévitablement comparatifs. *Mais ce qu'il n'a pas explicitement fait était de lier la verisimilitude* ou d'approcher la vérité aux résultats (positifs et négatifs) des tests empiriques :

> « Je ne suggère pas que l'introduction explicite de l'idée de verisimilitude conduira à un quelconque changement de la théorie de la méthode ... ma théorie de l'essai ou de la corroboration par des tests empiriques est l'équivalent de la méthode correspondant à cette nouvelle idée méthodologique. La seule amélioration est une clarification. » (Karl Raimund Popper 2002a, 10)

Dans le contexte du débat sur la mécanique quantique, Popper affirme que les probabilités sont des affirmations objectives concernant le monde extérieur indépendant de l'esprit, et propose la *théorie de la propension* comme une variante des théories de la fréquence relative des probabilités défendues par des positivistes logiques tels que Richard von Mises et Hans Reichenbach. Popper soutient que *les théories logiques ou subjectives interprètent mal les affirmations scientifiques sur la probabilité*, proposant que *les probabilités soient traitées comme des tendances dans des environnements expérimentaux produisant certains résultats*, plutôt que dérivées de la classe de référence des résultats obtenus en effectuant ces expériences. (Shea 2017) Les résultats des expériences sont importants car ils nous permettent de tester des hypothèses concernant les valeurs de certaines probabilités; cependant, les résultats eux-mêmes ne font pas partie de la probabilité elle-même.

La position finale de Popper est de reconnaître l'impossibilité de discriminer la science de non scientifique sur la base de la falsifiabilité des affirmations scientifiques ; il reconnaît que les théories scientifiques sont prédictives et, par conséquent, prohibitives, uniquement lorsqu'elles

sont associées à des hypothèses auxiliaires, et que leur réajustement ou leur modification fait partie intégrante de la pratique scientifique. (Thornton 2017)

5 Extension de la falsifiabilité

Le critère de délimitation de Popper fait référence à la structure logique des théories. Imre Lakatos a déclaré que le fait qu'une théorie soit scientifique ou non scientifique peut être déterminé indépendamment des faits. (Imre Lakatos 1973, 117) Il a proposé un amendement au critère de Popper appelé « falsification sophistiquée (méthodologique) », selon lequel le critère de délimitation ne devrait pas s'appliquer à une hypothèse ou à une théorie isolée, mais à un programme de recherche complet. À Lakatos, il apparaît un *noyau dur* des thèses centrales considéré comme résistant, constituant un *programme de recherche*. Ainsi, un programme de recherche est progressif si les nouvelles théories font des prédictions surprenantes qui sont confirmées. Les progrès scientifiques ne sont possibles que si chaque nouvelle théorie développée dans le programme a un contenu empirique supérieur à celui de la précédente. Sinon, le programme est pseudo-scientifique. Une bonne science est progressive, une mauvaise science est dégénérative. Si un programme de recherche ne prédit rien de nouveau ou implique de nouvelles prédictions qui ne se produisent jamais, une telle dégénérescence l'aurait pu être transformée en une pseudoscience.

La méthodologie de Lakatos a été perçue comme une tentative de réconcilier la falsifiabilité de Popper avec les paradigmes de Thomas Kuhn. Lakatos a proposé un terrain d'entente dans lequel les approches socio-psychologiques de Kuhn ont été remplacées par des approches logico-méthodologiques.

Paul Thagard a estimé qu'une théorie est pseudoscientifique si elle ne progresse pas et que « la communauté des praticiens tente peu de développer la théorie vers des solutions aux

problèmes, ne se préoccupe pas des tentatives d'évaluation de la théorie par rapport aux autres, et prend en compte de manière sélective les confirmations et les désaccords. » (Thagard 1978, 228) Il a proposé un autre ensemble de principes pour tenter de surmonter ces difficultés et estime qu'il est important que la société trouve le moyen de le faire[6]. Thagard a déclaré que parfois, les théories ne passeront du temps que « peu prometteurs » avant de mériter véritablement le titre de pseudoscience.

Daniel Rothbart (Rothbart 1990) a établi des critères d'éligibilité selon lesquels la théorie doit inclure le succès explicatif de son rival et obtenir des implications testables incompatibles avec celles du rival.

George Reisch a proposé que la démarcation soit basée sur une intégration correcte de la théorie dans les autres sciences. En général, selon Reisch, un domaine épistémique est pseudoscientifique s'il ne peut pas être intégré au réseau existant de sciences établies. (Reisch 1998)

Le sociologue Robert K. Merton (Merton 1973) a proposé les critères de démarcation fondés sur la valeur de la science, caractérisés par un esprit qui peut se résumer en quatre ensembles d'impératifs institutionnels: l'*universalisme* (les affirmations doivent être soumises à des critères impersonnels prédéterminés), le *communisme* (produits de collaboration sociale), le *désintérêt* (contrôle institutionnel visant à réduire les effets de motivations personnelles ou idéologiques) et le *scepticisme organisé* (examen détaché des croyances).

[6] Selon la méthode de Thagard, une théorie n'est pas scientifique si elle remplit deux conditions: 1) la théorie a été moins progressive que les théories alternatives sur une longue période de temps et se heurte à de nombreux problèmes non résolus; et ... 2) la communauté de praticiens fait peu de tentatives pour développer la théorie en vue de résoudre les problèmes, ne montre pas l'inquiétude des tentatives d'évaluation de la théorie par rapport aux autres et est sélective en ce qui concerne les confirmations et les désaccords.

De nombreux autres auteurs ont proposé des critères pour démarquer la science de la pseudoscience. Celles-ci incluent généralement la croyance en l'autorité, des expériences irremplaçables, des exemples choisis, le manque de volonté de tester, le non-respect des informations de réfutation, un subterfuge intégré, des explications abandonnées sans remplacement. (Hansson 2017)

Dans un passage notoire, Popper a suggéré que « [bien que] le degré de corroboration d'une théorie ... ne peut pas être interprété uniquement comme une mesure de sa probabilité, ... cela peut être considéré comme une indication de la manière dont sa verisimilitude apparaît en ce moment. » (Karl R. Popper 1979, chaps. 2, § 33) Après tout, a dit Miller, (Miller 2009b) le degré de corroboration de toute théorie falsifiée ne donne aucune indication, aussi minime que soit-elle, sur la verisimilitude de la théorie ou sur la manière dont elle se rapproche de la vérité. Popper pensait qu'une hypothèse qui a échoué dans certains tests, mais pas très mal, apparaîtrait comme une hypothèse avec certaines prédictions testées avec certitude au-delà des erreurs expérimentales mais pas gravement faux, semblera être plus proche de la vérité qu'un rival radicalement infructueux, même si tous les deux sont falsifiés. Mais l'absence de solution à cette difficulté n'est pas une excuse pour se retirer de l'instrumentalisme, de l'inductivisme ou de l'irrationalisme et ne devrait pas nous empêcher de chercher une réponse plus modeste au fait indéniable que « tous les cas de falsification ne sont pas identiques ». (Kvasz 2004, 263)

6. Critiques de la falsifiabilité

Thomas Kuhn a critiqué la falsifiabilité parce qu'elle caractérisait « l'ensemble de l'entreprise scientifique en des termes qui ne s'appliquent qu'à des parties révolutionnaires occasionnelles. » (T. Kuhn 1970) Selon Kuhn, la manière dont la science fonctionne dans de telles occasions ne peut pas être utilisée pour caractériser l'ensemble de l'entreprise scientifique. Un

critère de délimitation doit faire référence au fonctionnement de la science normale. (T. Kuhn 1970, 802) Mais *Kuhn a ignoré la falsifiabilité sophistiquée* de Popper et le programme de recherche qu'il a lancé.

Kuhn s'oppose à toute la théorie de Popper et exclut toute possibilité de reconstruction rationnelle du développement de la science. De l'avis de *Kuhn, il ne peut y avoir aucune logique, mais seulement la psychologie de la découverte*.

Dans une brève comparaison de Hume, Carnap et Popper, Watkins souligne que le développement de la science est *inductif et irrationnel selon Hume, inductif et irrationnel selon Carnap, et non inductif et rationnel selon Popper*. (J. W. N. Watkins 1968) En étendant cette comparaison, on peut ajouter que le développement de la science est non inductif et irrationnel selon Kuhn.

Popper a critiqué le critère de démarcation de Kuhn, affirmant que ce critère entraînait une « catastrophe majeure ... remplaçant un critère rationnel de la science par un critère sociologique ».(Hansson 2017)

Stephen Toulmin déclare que T. S. Kuhn a pratiquement exposé trois théories successives du changement scientifique, en s'écartant de la théorie originale des « révolutions scientifiques ». Kuhn interprète le contraste entre changement « normal » et changement « révolutionnaire » de deux manières différentes : parfois comme une analyse philosophique, parfois comme une hypothèse sociologique, de sorte que le « paradigme » soit ambigu de façon appropriée. (Toulmin 1967)

Les philosophes de la science, tels que Paul Feyerabend, ont fait valoir qu'il n'est ni possible ni souhaitable de faire la distinction entre science et non-science. (Feyerabend 2010) Feyerabend a également rejeté l'argument de Lakatos en faveur d'hypothèses *ad hoc*, affirmant que la science

n'aurait pas progressé sans l'utilisation de toutes les méthodes disponibles pour soutenir de nouvelles théories. Pour Feyerabend, un statut scientifique spécial ne peut découler que de la valeur sociale et physique de ses résultats, et non de sa méthode.

Imre Lakatos déclare que, par le biais de la falsifiabilité, Popper a créé une déconnexion entre le jeu de la science (falsifiabilité) et le but de la science (développement des vraies théories). (Imre Lakatos 1970) Pour rétablir le lien entre le jeu et son objectif, Lakatos affirme que Popper a introduit « l'inductivisme » dans le jeu.[7]

Il convient de noter que cette critique de Lakatos contre Popper est également valable contre lui-même. (Musgrave and Pigden 2016)

La falsifiabilité de Popper a été critiquée à la fois pour avoir exclu la science légitime (Hansson 2006) et pour avoir accordé un statut scientifique aux pseudo-sciences. (Agassi 1991) (Mahner 2007, 518–19) Selon Larry Laudan, « cela a la conséquence fâcheuse de considérer comme « scientifique » toute demande faisant de fausses allégations de manière concluante ».(Laudan 1983, 121)

W. W. Bartley a affirmé en 1978 que Popper avait détruit le dialogue. « La distance qui sépare la manière de faire de la philosophie de Popper de celle de la plupart des philosophes professionnels contemporains est aussi grande que celle de l'astronomie et de l'astrologie. » (Bartley 1976) Rafe Champion déclare que « sa théorie de la connaissance conjecturale ne prétend même pas qu'il offre des fondements positifs justifiés ».(Champion 1985)

Putnam soutient que l'acceptation généralisée initiale de la mécanique newtonienne n'a que peu ou rien à voir avec des prédictions falsifiables, car les scientifiques ont plutôt accepté le succès

---

[7] ”Un principe inductif qui met en corrélation la métaphysique réaliste avec les appréciations méthodologiques, la plausibilité avec la corroboration, qui réinterprète les règles du « jeu scientifique » en tant que théorie hypothétique des signes de la croissance des connaissances, c'est-à-dire des signes de la verosimilitude croissante de nos théories scientifiques. (Champion, 1985). 156)

de la théorie pour expliquer les phénomènes précédemment établis.(Putnam, Gasper, and Trout 1974)

Hacking déclare que de nombreux aspects de la pratique scientifique, y compris les expériences, ne peuvent être interprétés comme des tentatives de falsification ou de corroboration.(Hacking 1983)

Les physiciens Alan Sokal et Jean Bricmont ont reproché à la falsifiabilité de ne pas décrire avec précision le fonctionnement de la science et de ne pouvoir distinguer entre astrologie et astronomie. (Sokal and Bricmont 1999)

Certains économistes, tels que ceux de l'école autrichienne, considèrent que la macroéconomie est empiriquement non-falsifiable. (Heath 2015) (von Mises 2014)

En outre, de nombreux philosophes affirment que les mathématiques ne sont pas falsifiables à des fins expérimentales et ne constituent donc pas une science au sens de Karl Popper. (Shasha and Lazere 1998)

Certains reprochent à Popper en disant que sa théorie ne constitue pas une alternative légitime aux propositions inductives qu'il critique. Jeffrey soutient que le bayésianisme, qui insiste sur le point de savoir dans quelle mesure les preuves empiriques appuient une hypothèse, est beaucoup plus proche de la pratique scientifique que la falsifiabilité de Popper. (Jeffrey 1975)

L'un des grands défis de la falsifiabilité est la thèse de Duhem-Quine. (Quine 1953) En se référant à la première loi du mouvement de Newton, l'inertie, il est supposé qu'un corps n'est ni au repos ni en mouvement uniforme en ligne droite et apparemment non actionné par une force externe. Cette observation semble rejeter la loi de Newton, mais en réalité, ce n'est pas nécessairement vrai. Newton lui-même a découvert que, par exemple, les orbites elliptiques des planètes sont entraînées par des forces gravitationnelles. « Le physicien ne peut jamais soumettre

une hypothèse isolée au test expérimental, mais seulement tout un groupe d'hypothèses ; lorsque l'expérience est en contradiction avec ses prédictions, cela signifie qu'au moins une des hypothèses constituant ce groupe est inacceptable et doit être modifiée, mais l'expérience ne spécifie pas laquelle d'entre elles doit être modifiée. » (Ariew 2014) La première loi étant utilisée en même temps que de nombreuses hypothèses, il est impossible de rejeter la loi si ce que prévoit la loi n'est pas respecté, car d'autres hypothèses peuvent être mises en cause, c'est pourquoi la première loi de Newton est non-falsifiable. (Mitra 2016) Popper a répondu au problème mentionné ci-dessus en utilisant un modèle à trois niveaux de types d'énoncés divisés basés sur leur falsifiabilité et leur confirmation.

D. C. Stove considère la théorie de Popper concernant les déclarations scientifiques (non statistiques) et non scientifiques comme de simples négations ou de simples assertions de l'existence ou de l'existence locale.(Stove 1978) Ce que Stove considère comme « de simples affirmations d'existence locale », Popper les appelle « des affirmations existentielles singulières ». Fondamentalement, dit-il, le « critère de falsifiabilité » de Popper exige qu'un énoncé, pour être empirique, soit incompatible avec un certain énoncé de base au sens spécifié par Stove. Et un « simple déni de l'existence locale », Popper l'appelle une « déclaration de non-existence singulière », qui, lorsqu'elle est empirique, est une « déclaration instantiale ». Selon Stove, une loi (non statistique) ou une théorie de la science empiriques peut être incompatible avec un autre, mais la philosophie de Popper en matière de déclarations scientifiques est incompatible avec ce fait évident, car Popper identifie les lois ou les théories avec de simples dénis d'existence, et le simple déni d'existence ne peut pas être incompatible avec un autre. Stove affirme que le critère de falsifiabilité de Popper exclut de la science empirique toutes les affirmations qui, selon Popper lui-même, constituent la base de l'observation de la science.

A. O'Hear pense que l'épistémologie de Popper mène à un scepticisme inacceptable et il ne peut pas éviter un engagement dans des procédures inductives. De même, W. Salmon soutient que l'idée de Popper de corroboration de la théorie implique la référence à des procédures inductives. (Salmon and Hitchcock 2017)

De nombreux autres chercheurs, tels que Miller, Tichý et Grünbaum, ont plaidé pour des failles dans les définitions officielles de la théorie de Popper. Ainsi, la plausibilité est considérée comme étant largement importante dans le système de Popper en raison de son application aux théories connues pour être fausses. À cet égard, Popper avait écrit :

> « Enfin, l'idée de verisimilitude est primordiale dans les cas où nous savons que nous devons travailler avec des théories plus approximatives, c'est-à-dire que les théories que nous connaissons peuvent ne pas être vraies. (C'est souvent le cas dans les sciences sociales). Dans ces cas, nous pouvons parler d'approximations meilleures ou pires de la vérité (et nous n'avons donc pas besoin d'interpréter ces cas dans un sens instrumentaliste). » (K. Popper 1963, 235)

Les lacunes relevées par les critiques dans les définitions officielles de Popper étaient considérées comme importantes, car elles étaient liées au degré de véracité des fausses théories. En 1974, Miller et Tichý ont démontré que les conditions de probabilité spécifiées par Popper pour comparer le contenu des théories avec le contenu de la vérité et de la fausseté ne peuvent être satisfaites que lorsque les théories sont vraies. Dans le cas crucial des fausses théories, les définitions de Popper sont officiellement erronées. (Thornton 2017) Par conséquent, les conditions de Popper pour comparer les niveaux de plausibilité ne peuvent jamais être remplies.

Par suite de l'échec des définitions de Popper en 1974, certains critiques en sont venus à croire que tout l'édifice de la falsifiabilité avait été mis à mal. Popper a reconnu ces lacunes (« mon erreur principale a été de ne pas voir tout de suite ... si le contenu d'une fausse déclaration *a* dépasse la valeur d'une déclaration *b*, le contenu de vérité de *a* dépassé le contenu de la vérité de *b*, et la même chose de leur contenu-fausseté », (Karl R. Popper 1979, 371) mais a affirmé que « je ne

pense pas que l'échec de mes tentatives pour résoudre le problème [de définition de la verisimilitude] ait été conclu que le problème ne peut pas être résolu. » (Karl R. Popper 1979, 372) Il a déplacé la tâche de définir formellement le concept de l'étape centrale de sa philosophie des sciences, déclarant qu'il n'avait jamais voulu insister sur le fait que « les degrés de verisimilitude... peuvent être déterminés, sauf dans certains cas limités, » (Karl R. Popper 1979, 59) et en faisant valoir que la valeur principale du concept est heuristique et intuitive, dans laquelle l'absence de définition formelle adéquat n'est pas un obstacle insurmontable à son utilisation dans l'évaluation réelle des théories relatives à des problèmes qui nous intéressent. L'effort de cette stratégie semble bien refléter l'importance du concept de verisimilitude dans le système de Popper, mais il n'a pas satisfait toutes ses critiques. (Thornton 2017)

7 Support de la falsifiabilité

Les partisans de Popper ont fait valoir que la plupart des critiques reposaient sur une incompréhension de ses idées. Ils affirment que Popper ne devrait pas être interprété dans le sens où la falsifiabilité est une condition suffisante pour la délimitation de la science. Certains passages semblent suggérer qu'il la considère seulement comme une condition nécessaire. (Feleppa 1990, 142) D'autres passages suggèrent que, pour qu'une théorie soit scientifique, Popper impose (en plus de la falsifiabilité) d'autres tests, et que les résultats des tests négatifs soient acceptés. (Cioffi 1985, 14–16) Un critère de délimitation basé sur la falsifiabilité incluant ces éléments évitera les contre-arguments les plus évidents d'un critère basé uniquement sur la falsifiabilité. (Hansson 2017)

David Miller pense que *le problème de la délimitation et de l'induction de Popper* est encore parfois « terriblement mal compris ... *Le problème de la démarcation est résolu comme Popper l'a résolu.* » (Miller 2009b) De nombreux critiques comprennent mal la philosophie de

Popper en le problème de la démarcation. Sa tâche n'est pas de « distinguer les problèmes scientifiques et non scientifiques d'une manière qui présente un mandat épistémique plus sûr ou un fondement plus concluant pout la science que pout la non-science », selon Laudan, (Laudan 1983, 118) ni « l'explication des usages paradigmatiques du « scientifique. » » (Laudan 1983, 122) Le problème ne concerne pas la sécurité, le mandat et les motivations de ceux qui vivent dans la crainte de « ne pas avoir le droit de croire à une théorie scientifique, » (Papineau 2006, 63) et ni d'utilisation, de classification ou de statut. Et, contrairement à Grunbaum, (Grünbaum 1989) elle est seulement accidentellement concernée par la ratification du statut non-scientifique. *Le principal problème de la théorie de la connaissance, du moins pour un empiriste*, est de nature très différente : Popper a décrit le problème principal de la théorie de la connaissance comme l'« *analyse critique de l'appel à l'autorité de l'expérience.* » (K. Popper 1934, chap. 10) La philosophie de Popper s'oppose fermement et expressément à toutes ces tendances et à toutes les visions de la science comme « un ensemble de connaissances. »

> « Dans le contexte actuel, peu importe qu'elles aient ou non raison sur l'incontestabilité de l'une ou l'autre de ces trois théories [celles de Freud, Adler et Marx]: elles ne servent ici qu'à titre d'exemples, d'illustrations. Mon objectif est de montrer que mon « problème de démarcation » était depuis le début le problème pratique de l'évaluation des théories et de l'évaluation de leurs revendications. Certes, il n'a pas été un problème de classification ou de distinction de sujets appelés « science » et « métaphysique ». C'était plutôt un problème pratique urgent : dans quelles conditions un appel critique à l'expérience est-il possible - un appel pouvant porter des fruits ? » (Karl Raimund Popper 1983, secs. I, § 18)

Le problème philosophique, voire même logique, qui en découle d'ici, est : dans quelles circonstances une enquête empirique mérite-t-elle d'être engagée ? avec la solution claire: « *puisque la formulation d'une hypothèse, son acceptation en tant que candidat à la vérité, doit précéder son examen, la tâche d'une enquête empirique ne peut consister à promouvoir des hypothèses, mais seulement à les diminuer. L'empirisme exige qu'une hypothèse soit retenue sauf si elle contredit clairement l'expérience. Par conséquent, une hypothèse acceptée reste acceptée*

jusqu'à ce qu'elle soit rejetée. Aucune action supplémentaire n'est requise. » (Miller 2009a, chaps. 4, § 1)

Miller pense que le problème de l'induction est également résolu de la même manière de Popper.

Talos Taliga, dans *Against Watkins : From a Popperian point of view* (Taliga 2004) s'oppose aux critiques de John Watkins (John WN Watkins 1997) qui soutient que la théorie de verisimilitude de Popper (ainsi que sa théorie de corroboration) introduit des éléments justificatifs et inductifs. En résumé, Watkins soutient que l'affirmation de Popper selon laquelle « nous pouvons savoir ou du moins avoir des raisons de croire que nous faisons des progrès sur la vérité » (Karl Raimund Popper 1983, chap. § 16) est certainement un élément justificatif, et l'affirmation selon laquelle « si deux théories concurrentes ont été critiquées et testées, et le degré de corroboration de l'une est supérieur à l'autre, nous avons en général des raisons de croire que la première est une meilleure approximation de la vérité que la seconde » (Karl Raimund Popper 1983, 58) suffit à Watkins pour conclure que « les évaluations de corroboration justifient les évaluations de verisimilitude appropriées ... Il semble évident qu'un élément inductif est apparu ici. » (John W. N. Watkins 1997, § 16-17) Après avoir présenté en détail l'argument de Watkins, Popper l'analyse et conclut que l'essence même de la critique est « la question « Pourquoi la meilleure théorie corroborée est-elle la meilleure ? » » Watkins pense que la réponse de Popper serait la suivante : « Parce que c'est plus vrai que tous les autres et que nous pouvons le savoir ou au moins avoir de sérieuses raisons de le croire. » Mais la vérité est que Popper a toujours souligné que notre évaluation de la verisimilitude d'hypothèses concurrentes n'est qu'une supposition. Il a également insisté sur le fait que nous pouvons le défendre avec l'aide de la corroboration-appréciation et d'autres motivations critiques. Mais nous ne pouvons pas le justifier. (Taliga 2004)

Watkins transforme les motivations critiques de Popper (offrir de défendre, mais pas de justifier) en raisons positives (de justifier).

Carl Hempel, dans *Empirical Statements and Falsifiability,* (Hempel 1958) critique également les revendications de Watkins contre Popper. Watkins a tendance à cacher la nature du problème en affirmant que le critère de falsification des énoncés empiriques est en soi un énoncé que l'on peut qualifier de vrai ou de faux, l'attribuant à Popper comme « une tentative de falsifier le critère de la falsifiabilité de la science ». (John W. N. Watkins 1997, 122) Mais Popper, loin de considérer son critère de falsifiabilité comme une affirmation falsifiable, qualifie très explicitement sa proposition de comme une « proposition pour une stipulation », qui doit être jugée en fonction de son adéquation au but théorique.

8 Tendance actuelle

Après avoir abandonné le concept de falsifiabilité, la question de la méthode de démarcation entre science et pseudoscience a été : choisir la théorie la plus probable à des fins pédagogiques, la théorie la plus corroborée par souci de vérité, ou la théorie la plus informative et explicative pour nous rapprocher le plus de réalité ? Il est possible que les théories les plus informatives et explicatives ne constituent pas l'estimation la plus risquée, ou ne pas avoir la probabilité la plus élevée avant de tester, donc elles ne fourniraient pas nécessairement la plus grande chance d'apprendre. Une théorie qui correspondrait dans une certaine mesure à la falsifiabilité serait la théorie la plus probable, avec la meilleure chance d'apprendre de ses propres erreurs. (Derksen 1985) Mais il est aussi nécessaire de corroboration.

Promouvoir le pluralisme méthodologique serait une solution, permettant de faciliter le choix difficile entre la théorie la plus probable et la théorie la plus corroborée, mais si l’on choisit la théorie la mieux corroborée, le caractère empirique et la rationalité de la science sont

compromis, et en choisissant la théorie la plus probable les théories risquent de perdre la meilleure approximation de la vérité.

En 1978, Paul Thagard a proposé que la pseudoscience soit distinguée de la science par le fait qu'elle serait moins progressive que les théories alternatives sur une longue période et que ses partisans ne reconnaissent pas ou ne résolvent pas les problèmes en utilisant la théorie. (Thagard 1978) En 1983, Mario Bunge a proposé les catégories « domaines de croyance » et « domaines de recherche » pour aider à distinguer la pseudoscience de la science, le premier étant principalement personnel et subjectif, et la seconde implique une certaine approche systématique. (Bunge 1982)

L'importance de la délimitation semble avoir diminué après que Laudan (Laudan 1983) a affirmé qu'il n'y a aucune chance de trouver un critère nécessaire et suffisant pour une chose aussi hétérogène que la méthodologie scientifique. Les critères de délimitation ont toujours été utilisés comme « machines de guerre » dans les différends controversés entre « scientifiques » et « pseudo-scientifiques ». À son avis, la délimitation entre science et non-science est un pseudo-problème. Le plus important serait de mettre l'accent sur la distinction entre connaissances fiables et non sûres. (Laudan 1983) Sebastian Lutz, d'autre part, affirme que la démarcation ne doit pas nécessairement être une condition unique nécessaire et suffisante ; il doit plutôt exister un critère nécessaire et un possible différent critère suffisamment. (Lutz 2011) D'autres critiques ont soutenu de multiples critères de délimitation, spécifiques à chaque branche majeure de la science.

Michael LeVine a comparé le problème de la démarcation avec le problème de la différenciation des fausses nouvelles des vraies informations, qui sont devenues importantes lors de l'élection présidentielle américaine de 2016. (LeVine 2016)

Conclusions

Bien que très critiquée, les contributions de Popper à la philosophie des sciences sont immenses. L'approche de sa méthodologie scientifique, basée sur la falsifiabilité, bien qu'elle ne soit plus largement acceptée, a joué un rôle vital dans le développement de la philosophie des sciences et a influencé tous les philosophes qui ont ensuite abordé la question de la démarcation entre science et non-science, dont Kuhn, Lakatos et Feyerabend. La popularité de la théorie de la falsifiabilité a joué un rôle important dans le renforcement de l'image de la science en tant qu'activité empirique, y compris dans la justice. Les travaux de Popper en philosophie des sciences, y compris dans la verisimilitude, la mécanique quantique, la théorie des probabilités et l'individualisme méthodologique, continuent d'influencer les chercheurs aujourd'hui.

Popper a fait une distinction claire entre la *logique* de la falsifiabilité et la *méthodologie appliquée*. Logiquement, une loi peut être falsifiable, même si elle n'est pas vérifiable de façon concluante. Sur le plan méthodologique, aucune observation n'est exempte de la possibilité d'erreur. Ainsi, Popper admet explicitement que, dans la pratique, une seule situation conflictuelle ou un contre-exemple n'est jamais méthodologiquement suffisant pour réfuter une théorie, et que les théories scientifiques sont souvent retenues même si une grande partie des preuves disponibles sont en conflit avec des théories. (Thornton 2017) La manière dont une certaine théorie est formulée n'a aucune conséquence dans la philosophie des sciences. Popper souligne qu'il n'y a pas de méthode unique pour la théorie scientifique, convenant avec Einstein qu '« il n'y a pas de voie logique menant à la loi universelle de la science. Elle ne peut être atteinte que par l'intuition, basée sur quelque chose comme l'amour intellectuel des objets d'expérience ».

Popper n'a pas considéré qu'une théorie qui n'est pas scientifique n'est pas nécessairement explicative, ni dénuée de sens ; une théorie qui n'est pas scientifique (parce qu'elle n'est pas comprise) peut à un moment donné devenir falsifiable et, par conséquent, scientifique, avec le

développement de la technologie ou le développement ultérieur de la théorie. (Thornton 2017) Une théorie falsifiée des observations peut être révisée, réfutée ou maintenue telle quelle en modifiant les hypothèses auxiliaires, à condition que de nouvelles prédictions falsifiables soient produites. Popper admet que les scientifiques peuvent garder les théories même si les prédictions échouent, lorsqu'il n'y a pas de meilleure théorie prédictive. En revanche, les théories qui sont immunisées en permanence contre la réfutation en introduisant des hypothèses *ad hoc* non vérifiées ne peuvent plus être classées comme scientifiques. (Shea 2017)

> « Face aux réfutations, nous pouvons toujours adopter des tactiques évasives. Pour des raisons historiques, nous avons initialement appelé ces tactiques « stratagèmes conventionnels » (ou contournements), mais maintenant je les appellerai « stratagèmes ou tactiques d'immunisation » : nous devons toujours immuniser une théorie contre le rejet. Il existe de nombreuses tactiques d'immunisation évasive, et sinon il n'y a rien de mieux, on peut toujours nier l'objectivité - voire l'existence - des observations conduisant au rejet. » (K. Popper 1985, 133)

> « Celui qui, face à des réfutations apparentes, abandonne trop facilement sa théorie, ne découvrira jamais les possibilités inhérentes à sa théorie. En science, il y a place à la discussion, à l'attaque et donc à la défense. Ce n'est qu'en essayant de défendre les théories que nous pourrons découvrir les différentes possibilités inhérentes à notre théorie. La science est, comme toujours, conjecturale. Nous devons faire des conjectures sur le moment où nous nous arrêterons de défendre une théorie préférée et en essayer une nouvelle. » (K. Popper 1985, 134)

En sciences sociales, la falsifiabilité de Popper reste un critère fort, à l'aide des hypothèses de valeur ajoutée.

Bien que de nombreux chercheurs contemporains trouvent difficile de comparer le contenu empirique, le contenu de vérité et le contenu de fausseté des différentes théories, je suis d'accord avec Popper qu'il doit y avoir un moyen de le faire, en utilisant une approche intuitive. À cet égard, A. A. Derksen (Derksen 1985) déclare qu'il n'est pas nécessaire que la meilleure théorie corroborée soit la plus falsifiable aux fins de tests plus sévères. De l'avis de Popper, la diminution de la sévérité d'un test explique pourquoi « un test répété ne sera plus considéré comme significatif ou aussi

sévère : il y a quelque chose comme la loi de diminution des rendements des tests répétés ». (K. Popper 1963)

Popper déclare que « ce que nous essayons en science est de décrire (et autant que possible d'expliquer) la réalité. » (K. Popper 1974, 40) Bien que Popper soutienne que le *réalisme est une vision métaphysique incontestable de la nature*, il estime néanmoins que *nous avons de bonnes raisons d'accepter le réalisme et de rejeter les idées antiréalistes, telles que l'idéalisme ou l'instrumentalisme. Les théories scientifiques doivent être interprétées comme des tentatives de décrire une réalité indépendante de l'esprit.*

Ces dernières années, cependant, la théorie de la falsifiabilité de Popper a été revitalisée. Ses partisans affirment que le concept peut être clarifié par d'autres moyens que les critères nécessaires et suffisants, (Pigliucci 2013) (Mahner 2013) ou qu'une telle définition est en effet possible, bien qu'elle doive être complétée par des critères spécifiques à la discipline pour devenir pleinement opérationnelle. (Hansson 1996)

Bibliographie

Agassi, Joseph. 1991. "Popper's Demarcation of Science Refuted." *Methodology and Science* 24.

Ariew, Roger. 2014. "Pierre Duhem." In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, edited by Edward N. Zalta, Fall 2014. Metaphysics Research Lab, Stanford University. https://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/duhem/.

Bartley, W. W. 1976. "III: Biology – Evolutionary Epistemology." *Philosophia* 6.

Bunge, Mario. 1982. "Demarcating Science from Pseudoscience." *Fundamenta Scientiae* 3.

Champion, Rafe. 1985. "Agreeing to Disagree: Bartley's Critique of Reason." 1985. http://www.the-rathouse.com/bartagree.html.

Cioffi, Frank. 1985. "Psychoanalysis, Pseudo-Science and Testability." In *Popper and the Human Sciences*, edited by Gregory Currie and Alan Musgrave, 13–44. Kluwer Academic Publishers.

Derksen, A. A. 1985. "The Alleged Unity of Popper's Philosophy of Science: Falsifiability as Fake Cement." *Philosophical Studies: An International Journal for Philosophy in the Analytic Tradition* 48 (3): 313–36. http://www.jstor.org/stable/4319794.

———. 1993. "The Seven Sins of Pseudo-Science." *Journal for General Philosophy of Science / Zeitschrift Für Allgemeine Wissenschaftstheorie* 24 (1): 17–42.

Feleppa, Robert. 1990. "Kuhn, Popper, and the Normative Problem of Demarcation." *Philosophy of Science and the Occult* 2.

Feyerabend, Paul K. 2010. *Against Method*. 4th edition. London ; New York: Verso.

Gleberzon, William. 1984. "Academic Freedom and Holocaust Denial Literature: Dealing with Infamy." *Interchange on Education*.

Grove, J W. 1985. "Rationality at Risk: Science Against Pseudoscience." ResearchGate. 1985. https://www.researchgate.net/publication/11730117_Rationality_at_Risk_Science_Against_Pseudoscience.

Grünbaum, Adolf. 1989. "Degeneration of Popper's Theory of Demarcation." 1989. http://www.oxfordscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780199989928.001.0001/acprof-9780199989928-chapter-3.

Hacking, Ian. 1983. *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge University Press.

Hansson, Sven Ove. 1996. "Defining Pseudo-Science." *Philosophia Naturalis* 33 (1): 169–176.

———. 2006. "Falsificationism Falsified." *Foundations of Science* 11 (3): 275–86. https://doi.org/10.1007/s10699-004-5922-1.

———. 2017. "Science and Pseudo-Science." In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, edited by Edward N. Zalta, Summer 2017. Metaphysics Research Lab, Stanford University. https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/pseudo-science/.

Heath, Joseph. 2015. "Methodological Individualism." In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, edited by Edward N. Zalta, Spring 2015. Metaphysics Research Lab, Stanford University. https://plato.stanford.edu/archives/spr2015/entries/methodological-individualism/.

Hempel, Carl G. 1958. "Empirical Statements and Falsifiability." *Philosophy* 33 (127): 342–48. http://www.jstor.org/stable/3748661.

Hume, David. 1738. *A Treatise of Human Nature*. Oxford University Press.

Hurd, Paul DeHart. 1998. "Scientific Literacy: New Minds for a Changing World." *Science Education* 82 (3): 407–16. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G.

Jeffrey, Richard C. 1975. "Probability and Falsification: Critique of the Popper Program." *Synthese* 30 (1–2): 95–117.

Keita, Lansana. 1989. "Are Universal Statements Falsifiable?" *Journal for General Philosophy of Science* 20 (2): 351–66. https://doi.org/10.1007/BF01801484.

Kuhn, Thomas. 1970. "Logic of Discovery or Psychology of Research?" *Criticism and the Growth of Knowledge*.

Kuhn, Thomas S. 1996. *The Structure of Scientific Revolutions*. 3rd edition. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Kvasz, Ladislav. 2004. "How Can A Falsified Theory Remain Corroborated?" In *Induction and Deduction in the Sciences*, 263–71. Vienna Circle Institute Yearbook. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2196-1_19.

Lakatos, I. 1974. "Popper on Demarcation and Induction." In *The Philosophy of Karl Popper*, edited by Karl R. Popper and Paul Arthur Schilpp, 1st ed. Vol. The Library of living philosophers. La Salle, Ill: Open Court.

Lakatos, Imre. 1970. "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programs." 1970. http://www.stephenjaygould.org/ctrl/lakatos_prediction.html.

———. 1973. "Science and Pseudoscience." Scribd. 1973. https://www.scribd.com/document/324484267/Science-and-Pseudoscience-1973-Imre-Lakatos.

Laudan, Larry. 1983. "The Demise of the Demarcation Problem." In *Physics, Philosophy and Psychoanalysis*, 111–27. Boston Studies in the Philosophy of Science. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-7055-7_6.

LeVine, Michael V. 2016. "Science Has Experience Fighting Fake News — and Facebook Should Take Note." 2016. https://mic.com/articles/161376/science-has-experience-fighting-fake-news-and-facebook-should-take-note.

Lugg, Andrew. 1992. "Pseudoscience as Nonsense." *Methodology and Science* 25.

Lutz, Sebastian. 2011. "On an Allegedly Essential Feature of Criteria for the Demarcation of Science." Published Article or Volume. The Reasoner. 2011. http://www.kent.ac.uk/secl/philosophy/jw/TheReasoner/vol5/TheReasoner-5(8).pdf.

Magendie, Francois. 1843. "An Elementary Treatise on Human Physiology." Bokus.com. 1843. https://www.bokus.com/bok/9781334413049/an-elementary-treatise-on-human-physiology/.

Mahner, Martin. 2007. "Demarcating Science from Non-Science." ResearchGate. 2007. https://www.researchgate.net/publication/286895878_Demarcating_Science_from_Non-Science.

———. 2013. "Science and Pseudoscience. How to Demarcate after the (Alleged) Demise of the Demarcation Problem." In *Pigliucci and Boudry*.

Mayo, Deborah G. 1996. "Ducks, Rabbits, and Normal Science: Recasting the Kuhn's-Eye View of Popper's Demarcation of Science." *The British Journal for the Philosophy of Science* 47 (2): 271–90. http://www.jstor.org/stable/687948.

Merton, Robert. 1973. "The Normative Structure of Science." In *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*.

Miller, David. 1985. *Popper Selections*. Princeton.

———. 2009a. "Out of Error: Further Essays on Critical Rationalism." In *Rethinking Popper*, edited by Zuzana Parusniková and R. S. Cohen, 417–423. Springer.

———. 2009b. “Some Hard Questions for Critical Rationalism.” https://philpapers.org/rec/MILSHQ.
Mises, Ludwig von. 2014. “Human Action.” Text. Mises Institute. 2014. https://mises.org/library/human-action-0.
Mitra, Suddhachit. 2016. “What Constitutes Science: Falsifiability as a Criterion of Demarcation.” ResearchGate. 2016. https://www.researchgate.net/publication/304462826_What_Constitutes_Science_Falsifiability_as_a_Criterion_of_Demarcation.
Morris, Robert L. 1987. “Parapsychology and the Demarcation Problem.” *Inquiry* 30 (3): 241–51. https://doi.org/10.1080/00201748708602122.
Musgrave, Alan, and Charles Pigden. 2016. “Imre Lakatos.” In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, edited by Edward N. Zalta, Winter 2016. Metaphysics Research Lab, Stanford University. https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/lakatos/.
Newall, Paul. 2005. “Falsificationism.” 2005. https://web.archive.org/web/20070708134433/galilean-library.org/falsificationism.html.
Papineau, D. 2006. “Three Scenes and a Moral.” *The Philosophers’ Magazine* 38.
Pigliucci, Massimo. 2013. “The Demarcation Problem: A (Belated) Response to Laudan.” In *Philosophy of Pseudoscience: Reconsidering the Demarcation Problem*, edited by Massimo Pigliucci and Maarten Boudry, 9. University of Chicago Press.
Popper, Karl. 1934. *Logica Cercetării*.
———. 1963. *Conjecturi Și Infirmări*.
———. 1974. “Replies to My Critics.” 1974. http://www.theopensociety.net/category/popper-karl/replies-to-my-critics/.
———. 1985. “Filosofie Socială Şi Filosofia Ştiinţei.” 1985. http://www.edituratrei.ro/carte/karl-r-popper-filosofie-sociala-si-filosofia-stiintei/1085/.
Popper, Karl, and Konrad Lorentz. 1985. *Die Zukunft ist offen. Das Altenberger Gespräch. Mit den Texten des Wiener Popper-Symposiums*. 2. Auflage, 9.-18. Tausend. München: Piper.
Popper, Karl R. 1979. *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*. Oxford University Press.
Popper, Karl Raimund. 1983. *Realism and the Aim of Science*. Hutchinson.
———. 2002a. *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. Psychology Press.
———. 2002b. *The Logic of Scientific Discovery*. Psychology Press.
Putnam, Hilary, Philip Gasper, and J. D. Trout. 1974. *The ‘Corroboration’ of Theories - In The Philosophy of Science*. Vol. The ‘corroboration’ of Theories. MIT Press.
Quine, W. V. O. 1953. “Two Dogmas of Empiricism.” In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Two_Dogmas_of_Empiricism&oldid=840214769.
Reisch, George A. 1998. “Pluralism, Logical Empiricism, and the Problem of Pseudoscience.” *Philosophy of Science* 65 (2): 333–48. https://doi.org/10.1086/392642.
Rothbart, Daniel. 1990. “Demarcating Genuine Science from Pseudoscience.” *Philosophy of Science and the Occult* 2.
Salmon, Wesley C., and Christopher Hitchcock. 2017. *The Foundations of Scientific Inference: 50th Anniversary Edition*. University of Pittsburgh Press. https://muse.jhu.edu/book/52596.
Sfetcu, Nicolae. 2015. *Pseudoştiinţă? Dincolo de noi...* Lulu.com.

Shasha, Dennis Elliot, and Cathy A. Lazere. 1998. “Out of Their Minds: The Lives and Discoveries of 15 Great Computer Scientists.” 1998. https://books.google.ro/books/about/Out_of_their_Minds.html?id=-0tDZX3z-8UC&redir_esc=y.
Shea, Brendan. 2017. “Karl Popper.” 2017. http://www.iep.utm.edu/pop-sci/.
Siitonen, Arto. 1984. “Demarcation of Science From the Point of View of Problems and Problem-Stating.” *Philosophia Naturalis* 21: 339–353.
Sokal, Alan, and Jean Bricmont. 1999. *Fashionable Nonsense: Postmodern Intellectuals' Abuse of Science*. 1st edition. New York: Picador.
Stove, D. C. 1978. “Popper on Scientific Statements.” *Philosophy* 53 (203): 81–88. https://doi.org/10.1017/S0031819100016326.
Taliga, Miloš. 2004. “Against Watkins: From a Popperian Point of View.” *Organon F: Medzinárodný Asopis Pre Analytickú Filozofiu* 11 (2): 143–157.
Thagard, Paul R. 1978. “Why Astrology Is a Pseudoscience.” *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* 1978: 223–234.
Thornton, Stephen. 2017. “Karl Popper.” In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, edited by Edward N. Zalta, Summer 2017. Metaphysics Research Lab, Stanford University. https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/popper/.
Toulmin, Stephen. 1967. “Conceptual Revolutions in Science.” *Synthese* 17 (1): 75–91. http://www.jstor.org/stable/20114536.
Watkins, J. W. N. 1968. “Hume, Carnap and Popper.” *The Problem of Inductive Logic*.
Watkins, John W. N. 1997. “Popperian Ideas on Progress & Rationality in Science.” *The Critical Rationalist* 2.